



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gerät zur Bereitstellung eines Atemgases mit wenigstens einer Atemgasquelle, einer Steuerung für den Atemgasstrom und einer Gasfördereinrichtung für den gesteuerten Atemgasstrom, wobei die Gasfördereinrichtung mit wenigstens einer Sauerstoffquelle verbindbar ist gemäß Anspruch 1.

Solche Geräte sind sowohl für den ambulanten Notfalleinsatz als auch für den stationären klinischen Einsatz bekannt.

Als Atemgasquelle dient bei stationärem klinischen Einsatz üblicherweise eine zentrale Druckluft- oder Sauerstoffversorgung mit entsprechenden Anschlußstellen in den Behandlungsräumen und Krankenzimmern. Die Geräte selbst sind üblicherweise auf Rollen beweglich und weisen entsprechende Anschlußleitungen auf, mit denen die Geräte an die zentrale Atemgasquelle anschließbar sind.

Für den Einsatz solcher Geräte für den ambulanten Notfalleinsatz kommen in der Regel einfachere Geräte zur Anwendung. Dabei dienen als Atemgasquelle übliche Druckgasflaschen für Druckluft und/oder Sauerstoff. Das in den Druckgasflaschen enthaltene Gas wird üblicherweise unter einem Überdruck von etwa 200 bar abgefüllt.

Um zumindest für einen Transport in ein Krankenhaus ausreichenden Atemgasvorrat zur Verfügung zu haben, ist zumindest eine solche Druckgasflasche mit einem Füllvolumen von 10 l erforderlich. Durch die sperrigen Abmessungen und insbesondere das hohe Gewicht einer solchen gefüllten Druckgasflasche ist ein solches Gerät für den ambulanten Notfalleinsatz nur zum Einsatz in Fahrzeugen oder z. B. einem Hubschrauber praktisch möglich.

Im stationären Einsatz wird üblicherweise ein Gemisch von Druckluft und Sauerstoff als Atemgas verwendet. Da im ambulanten Notfalleinsatz bei einem solchen Gerät praktisch immer Sauerstoff zugeführt wird, sind dementsprechend zwei Druckgasflaschen als Atemgasquelle erforderlich, nämlich eine Preßluftflasche und eine Sauerstoffflasche, was zu einer weiteren Gewichtserhöhung führt. Um eine solche Gewichtserhöhung zu vermeiden, ist es auch bekannt, lediglich eine Sauerstoffflasche mitzuführen und durch entsprechende Ausbildung von Strömungswegen über eine Venturidüse Umgebungsluft mit dem Sauerstoff aus der Druckgasflasche zu vermischen und als Atemgas zu verwenden.

Ferner weisen die bekannten Geräte noch eine mechanische oder elektronische Steuerung auf, über die der Atemgasstrom entsprechend der erforderlichen Beatmungsfrequenz steuerbar ist.

Ein Gerät der eingangs erwähnten Art ist beispielsweise aus der WO 87/06142 bekannt. Das dort offenbarte Gerät umfaßt einen Monitor zur Überwachung der Atemtätigkeit eines Patienten. Direkt am Beginn einer jeden Einatmung wird an den Patienten ein Volumenimpuls an Sauerstoff abgegeben. Wenn der Patient unregelmäßig atmet oder überhaupt nicht spontan atmen kann, stellt das Gerät einen kontinuierlichen Sauerstofffluß bereit.

Ein anderes Gerät ist aus der EP-A-324 275 bekannt, das ein Beatmungsgerät und eine Atemsynchronisation umfaßt. Das Gerät ist für die Verwendung bei Atemstillstand vorgesehen, wobei ein Atemgas von dem Beatmungsgerät an den Patienten abgegeben werden kann zu ausgewählten Zeiten nach Beginn des Einatmens oder Ausatmens. Die Synchronisationseinrichtung ist mit einem Monitor zur Überwachung der Atmung verbunden. Der Monitor erfaßt die Körperimpedanz, Elektromyogramme, Brustkorbbewegungen und dergleichen.

Diese bekannten Systeme arbeiten zufriedenstellend, so-

lange der Patient relativ gesund ist und sich seine Lungen in einem verhältnismäßig guten Zustand befinden. Jedoch sind viele Patienten in schlechtem Zustand oder haben atelektatische Lungen, d. h. diese sind nicht vollständig mit Luft gefüllt, sodaß der am Beginn der Einatmung verabreichte Sauerstoff nur einen geringen Effekt hat, falls überhaupt. Wird für längere Zeit ein kontinuierlicher Strom an Sauerstoff zugegeben, wird der Zweck des Gerätes, nämlich Sauerstoff zu sparen, ins Gegenteil verkehrt.

Es ist daher Ziel der vorliegenden Erfindung, bekannte Geräte zur Bereitstellung eines Atemgases zu verbessern, insbesondere hinsichtlich des Sauerstoffverbrauches.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Gerät der eingangs erwähnten Art, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Atemgasquelle ein motorisch angetriebenes Gebläse umfaßt. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Gerätes ist das Mitführen großer Druckgasflaschen nicht mehr erforderlich. Für den medizinisch notwendigen Sauerstoffbedarf reicht bei einem erfindungsgemäßen Gerät eine 1-Liter-Flasche für eine Versorgung eines Patienten von etwa 3 Stunden. Aufgrund der kleinen handlichen 1-Liter-Flasche ist es somit möglich, ein solches Gerät, insbesondere im ambulanten Einsatz, auch mobil zu betreiben, insbesondere ist ein fester Einbau in Fahrzeuge nicht mehr erforderlich. Dies ermöglicht auch den Einsatz eines solchen Gerätes auch bei anderen Hilfsfahrzeugen als Rettungswagen. Ein erfindungsgemäßes Gerät kann bei Einsatz eines Elektromotors praktisch überall betrieben werden, wo die Möglichkeit einer Stromversorgung besteht. Bei entsprechender Ausstattung mit Akkumulatoren ist es sogar möglich, ein erfindungsgemäßes Gerät so auszubilden, daß das Gerät eine Zeitlang völlig ohne fremde Energieversorgung auskommt. Dies kann z. B. zweckmäßig sein bei der Bergung von Verletzten aus unwegsamem Gelände.

Es kann aber auch ein anderer Antrieb als über einen Elektromotor vorgesehen sein, z. B. ein Druckluftantrieb. Dies ist dann zweckmäßig, wenn das Gerät an Orten eingesetzt werden soll, wo aus anderen Gründen eine Druckluftversorgung gewährleistet ist, die Druckluft jedoch nicht die für die medizinische Behandlung erforderliche Reinheit aufweist, z. B. ölhaltig ist. Dies könnte z. B. der Fall sein in Ambulanz-Großfahrzeugen oder bei Mitführen eines solchen Gerätes auf Überseeflügen in Verkehrsflugzeugen.

Um das Gerät als Dauerbeatmungsgerät auch bei völligem Ausfall der Atmung eines Patienten einsetzen zu können, ist es zweckmäßig, wenn das Gerät im Betrieb an einem verbraucherseitigen Ende der Gasfördereinrichtung gegenüber dem Umgebungsdruck einen Staudruck von mehr als 400 Pa, insbesondere von etwa 600 Pa, liefern kann.

Ein weiteres erfindungsgemäßes Gerät der eingangs erwähnten Art kann bei dennoch kompakten Aufbau und einfacher Handhabung für eine Beatmung mit positiv-endexpiratorischem Druck (PEEP) eingesetzt werden, wenn das Gerät ferner eine Rückströmeinrichtung und eine Ventileinrichtung umfaßt, die mit der Steuerung für den Atemgasstrom verbunden ist, wobei die Ventileinrichtung in einer ersten Betriebsstellung den Querschnitt der Gasfördereinrichtung in Richtung auf dessen verbraucherseitiges Ende im wesentlichen freigibt und in einer zweiten Betriebsstellung den Querschnitt der Gasfördereinrichtung überwiegend verschließt und/oder mit der Umgebung verbindet und wobei die Ventileinrichtung in der ersten Betriebsstellung den Querschnitt der Rückströmeinrichtung im wesentlichen verschließt und in der zweiten Betriebsstellung im wesentlichen freigibt.

Um Inspirationsstrom und Expirationsstrom möglichst wirkungsvoll zu trennen, ist es zweckmäßig, daß die Rückströmeinrichtung in der Nähe des verbraucherseitigen Endes

der Gasfördereinrichtung mit dieser verbunden ist.

Um mit geringstmöglichen apparativen Aufwand die Beatmungstechniken PEEP und CPPV einsetzen zu können, ist es zweckmäßig, wenn das Gerät im Betrieb an dem verbrauchseigenen Ende der Gasfördereinrichtung einen Staudruck über dem Umgebungsdruck liefert, wenn sich die Ventileinrichtung in der zweiten Betriebsstellung befindet, insbesondere wenn dabei der Staudruck über dem Umgebungsdruck durch ein Druckregelventil in der Rückstrom-einrichtung eingestellt wird, wobei der Staudruck zweckmäßigerweise etwa 50–200 Pa beträgt.

Für einen minimalen Sauerstoffverbrauch ist es zweckmäßig, wenn das Gerät ferner eine Dosiereinrichtung zur Zumessung einer zu fördernden Sauerstoffmenge zu dem Atemgas umfaßt und die Steuerung die Dosiereinrichtung beeinflußt.

Zur optimalen Abstimmung der Komponenten und z. B. zum Ausgleich von Verlusten durch Undichtigkeiten, z. B. an einer Atemmaske, ist es zweckmäßig, wenn das Gerät gekennzeichnet ist durch wenigstens eine Meßeinrichtung zur Bestimmung wenigstens eines Parameters des geförderten Gases, wobei die wenigstens eine Meßeinrichtung die Steuerung beeinflußt.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Gerät der eingangs erwähnten Art, das gekennzeichnet ist durch wenigstens eine Meßeinrichtung zur Bestimmung wenigstens eines Parameters des geförderten Gases, wobei die wenigstens eine Meßeinrichtung die Steuerung beeinflußt, insbesondere über die Steuerung die Dosiereinrichtung zur Zumessung des zu fördernden Sauerstoffes zu dem Atemgas beeinflußt wird.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Gerätes der eingangs erwähnten Art ist es nunmehr möglich, die Zufuhr von Atemgas in Abhängigkeit von dem Zustand des Patienten und seinen Bedürfnissen einzustellen, insbesondere auch die Zugabe von Sauerstoff zum Atemgas.

Zweckmäßigerweise umfaßt die wenigstens eine Meßeinrichtung eine Gasstrommeßeinrichtung und/oder eine Gasdruckmeßeinrichtung und/oder eine Einrichtung zur Bestimmung einer Gaskonzentration, insbesondere einer Sauerstoffkonzentration, in dem geförderten Gas.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Verfahren zur Bereitstellung eines Atemgases für Lebewesen, das gekennzeichnet ist durch Erfassen wenigstens eines Parameters des geförderten Gases und zur Messung einer bestimmten Menge an Sauerstoff in Abhängigkeit von dem wenigstens einen erfaßten Parameter. Dadurch ist eine Optimierung des Sauerstoffverbrauches im Verhältnis zu der medizinisch notwendigen Zumessung an Sauerstoff möglich.

Vorzugsweise erfolgt die Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff nach Erfassen eines vorbestimmten Wertes für den wenigstens ein Parameter, insbesondere zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Erfassen eines solchen Wertes, insbesondere zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Erfassen des Beginns einer Einatmungsphase.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist dieses dadurch gekennzeichnet, daß die Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff proportional zu einem Spitzenwert eines Atemgasstromes und/oder eines Atemgasdruckes in einem Atemzyklus erfolgt, insbesondere daß der Spitzenwert des Atemgasstromes und/oder des Atemgasdruckes bestimmt wird als Spitzenwert des Atemgasstromes und/oder Atemgasdruckes in einem vorhergehenden Atemzyklus, insbesondere als Mittelwert der Spitzenwerte einer bestimmten Anzahl vorhergehender Atemzyklen.

Ein besonders geringer Sauerstoffverbrauch läßt sich erreichen, wenn die Zumessung einer bestimmten Menge Sauerstoff zu dem Atemgas erfolgt in Abhängigkeit von einem

erfaßten Wert der Sauerstoffkonzentration in dem ausgeatmeten Gas, insbesondere wenn die Dauer der Sauerstoffabgabe der Sauerstoffquelle bestimmt wird in Abhängigkeit von einem erfaßten Wert der Sauerstoffkonzentration in dem ausgeatmeten Gas.

Vorteilhafterweise ist das Verfahren gekennzeichnet durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gerätes.

Anhand des von der Meßeinrichtung erfaßten Parameters des geförderten Gasstromes kann die Atemgaszufuhr zu dem Patienten erfaßt werden. Wenn die Lunge ausreichend geöffnet ist, so daß alles zugeführte Atemgas zu den Lungenbläschen transportiert wird, wird Sauerstoff impulsförmig an den Patienten abgegeben. In Abhängigkeit von dem Zustand der Lunge des Patienten kann die Zufuhr von Sauerstoff kurz nach Beginn des Einatmens oder mit einer geeigneten Verzögerung erfolgen, z. B. wenn die Lunge stark atelektatisch oder kollabiert ist. Der Ausdruck "positiver Gasdruck" wird hier verwendet für einen Druck oberhalb eines vorbestimmten Grunddruckes (atmosphärischer Druck oder Überdruck bei Beatmung mit positiv-endexpiratorischem Druck/PEEP) nach dem spontanen oder erzwungenen Einatmen. Im Gegensatz dazu erfolgt die Erkennung des Beginns eines spontanen Einatmens durch eine Abnahme des Gasdruckes.

Bei diesem speziellen Zeitverhalten ersetzt Sauerstoff Stickstoff und akkumuliert in den Lungenbläschen innerhalb von 1 oder 2 Minuten Beatmung.

Dabei spielt es keine Rolle, ob der Patient spontan atmet oder nicht. Die Versorgung mit Sauerstoff erfolgt entsprechend dem ermittelten Parameter. Diese Ausführungsform der Erfindung kann praktisch mit allen Beatmungs- und Atemhilfssystemen eingesetzt werden, entweder durch Einbau in das System oder als externes Zubehörgerät.

Wenn die Erfindung in Verbindung mit einem Atemhilfsgerät eingesetzt wird, das einen Patienten mit Luft oder einem anderen Atemgas während des Einatmens versorgt, kann die Verwendung einer bestimmten Zeitverzögerung für die Zugabe des Sauerstoffes aus der Sauerstoffquelle vorteilhaft sein. Die Zeitverzögerung kann durch einen Arzt am Gerät fest eingestellt sein, erfolgt jedoch vorzugsweise entsprechend dem Zustand der Lungen. Die Verzögerungszeit kann z. B. bestimmt werden als Durchschnittszeit zum Erreichen eines bestimmten Prozentsatzes eines Spitzenwertes über eine vorausgewählte Anzahl von Atemzyklen oder in Abhängigkeit von der Verfassung, der Nachgiebigkeit und der funktionellen Residualkapazität der Lunge bestimmt werden.

Die Erfindung soll im folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer weiteren erfindungsgemäßen Ausbildung der Vorrichtung,

Fig. 3 ein Diagramm, das den Betrieb des Gerätes in einer ersten Betriebsweise darstellt und

Fig. 4 ein Diagramm, das die Betriebsweise des Gerätes in einer zweiten Betriebsart darstellt.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Gerät 1 zur Bereitstellung eines Atemgases, das mit einem Patienten 2 verbunden werden kann. Dabei wird über ein geeignetes Filter 3 gereinigte Luft von einem motorisch angetriebenen Gebläse 4 aus der Umgebung angesaugt und gefördert, wobei das Gebläse 4 als Atemgasquelle dient. Als Atemgasquelle kann auch eine übliche Druckgasquelle verwendet werden.

Über eine Ventileinrichtung 5 kann der von dem Gebläse 4 in eine Vorlaufleitung 6 als Gasfördereinrichtung geför-

derte Volumenstrom bzw. der in der Gasfördereinrichtung 6 aufgebauete Druck eingestellt werden. Die Ventileinrichtung 5 kann wenigstens 2 Betriebsstellungen einnehmen. In einer ersten Betriebsstellung der Ventileinrichtung 5 gibt diese den Querschnitt der Gasfördereinrichtung 6 in Richtung auf ein verbraucherseitiges Ende 7 im wesentlichen frei. In einer zweiten Betriebsstellung verschließt die Ventileinrichtung 5 den Querschnitt der Gasfördereinrichtung 6 ganz oder teilweise und/oder verbindet die Gasfördereinrichtung 6 mit der Umgebung, d. h. die Gasfördereinrichtung 6 wird entlüftet.

Das verbraucherseitige Ende 7 der Gasfördereinrichtung 6 dient zur Verbindung des Gerätes 1 mit dem Patienten 2 und kann z. B. als Tubuseinrichtung ausgebildet sein. Zweckmäßigerweise ist in das verbraucherseitige Ende 7 zugleich ein Durchflußmeßgerät 8 als Gasstrommeßeinrichtung integriert.

Um das zur Beatmung bei atelektatischer Lunge und zur Vermeidung eines Lungenkollapses besonders vorteilhafte Beatmungsverfahren mit Ausatmung gegen einen Überdruck (PEEP/CPPV) anwenden zu können, ist zweckmäßigerweise eine Leitung 9 als Rückströmeinrichtung mit dem verbraucherseitigen Ende 7 der Gasfördereinrichtung 6 verbunden.

Um dabei die Ventileinrichtung 5 entsprechend der spontanen oder gesteuerten Atmung des Patienten 2 einstellen zu können, ist es zweckmäßig, ferner eine Gasdruckmeßeinrichtung 10 in das verbraucherseitige Ende 7 der Gasfördereinrichtung 6 zu integrieren.

In die Leitung 9 kann ein Druckbegrenzungsventil 11 integriert sein, über das die Leitung 9 bei Überschreiten eines kritischen Druckes entlüftet wird. Ein solches Druckbegrenzungsventil 11 dient als Sicherheitsventil für den Fall des Versagens der Ventileinrichtung 5, insbesondere in seiner ersten Betriebsstellung.

Die Signale von Meßeinrichtungen, wie dem Durchflußmeßgerät 8 oder der Gasdruckmeßeinrichtung 10, werden einer Steuerung 12 zugeführt, die zumindest die Ventileinrichtung 5 mit einem Steuersignal beaufschlagt. Dazu dient ein Stellglied 13, das z. B. durch einen Schrittmotor oder einen Elektromagneten gebildet sein kann. Ferner kann eine Rückmeldung von dem Stellglied 13 über die Position der Ventileinrichtung 5 an die Steuerung 12 erfolgen. Ferner kann die Steuerung 12 auch eine Beeinflussung des Gebläses 4 umfassen, z. B. um den Stromverbrauch des Gerätes 1 zu minimieren.

Die Ventileinrichtung 5 umfaßt dabei sowohl eine Beeinflussung des Gasstromes in der Gasfördereinrichtung 6 als auch in der Rückströmeinrichtung 9. Stromabwärts von der Ventileinrichtung 5 ist am Ende der Rückströmeinrichtung 9 ein Druckregelventil 14 angeordnet, das in der Rückströmeinrichtung 9 den erwünschten Überdruck einstellt, gegen den der Patient 2 ausatmen soll. Zweckmäßigerweise kann der Druck, der über das Druckregelventil 14 eingestellt wird, direkt oder über die Steuerung 12 und ein entsprechendes Stellglied in dem Druckregelventil 14 entsprechend den medizinisch erwünschten Vorgaben verändert werden.

Um insbesondere bei Ausfall des Gerätes 1 sicherzustellen, daß der Patient 2 beim Einatmen nicht wieder mit zuvor ausgeatmetem Atemgas versorgt wird, kann z. B. über je ein Rückschlagventil 15 in der Gasfördereinrichtung 6 und der Rückströmeinrichtung 9 eine Richtung des Gasstromes erzwingen werden. Die Rückschlagventile 15 können dabei z. B. durch herkömmliche Klappenventile gebildet sein. Ferner ist in Fig. 1 noch der Anschluß einer optionalen Sauerstoffquelle 16 angedeutet, mit deren Hilfe das Atemgas mit Sauerstoff angereichert werden kann. Einzelheiten einer solchen Anordnung mit einer Sauerstoffquelle 16 werden nachfolgend beschrieben.

In Fig. 2 ist ein Gerät 1 zur Bereitstellung eines Atemgases gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausbildung der Vorrichtung dargestellt. Zur Verdeutlichung der Funktionsweise ist ein mit dem Gerät 1 verbundener Patient 2 mit dargestellt. Das dargestellte Gerät 1 umfaßt eine Atemgasquelle, die entweder ein Gebläse 4 umfassen kann, wie es zuvor beschrieben wurde, oder durch ein herkömmliches Atemhilfsgerät oder Beatmungsgerät gebildet werden kann. Das Atemhilfsgerät kann z. B. ein stationäres Krankenhausgerät sein mit allen bekannten Besonderheiten, z. B. Volumen- und Druckregelung sowie Patienten-Monitor. Das Atemgas kann dementsprechend in herkömmlicher Weise über eine zentrale Druckgasversorgung oder Druckflaschen bereitgestellt werden.

Das dargestellte Gerät 1 umfaßt ferner ein Durchflußmeßgerät 8, eine Druckmeßvorrichtung 10, eine Steuerung 12 und eine Sauerstoffquelle 16. Die Steuerung 12 ist mit einem Steuerventil 17 als Dosiereinrichtung für die zur Messung einer zu fördernden Sauerstoffmenge verbunden. Das Steuerventil 17 ist in eine Gasleitung 18 integriert, die die Sauerstoffquelle 16 mit einer als Tubussystem ausgebildeten Gasfördereinrichtung 6 verbindet. Ferner ist in dem verbraucherseitigen Ende 7 des Tubussystems 6 noch eine Meßeinrichtung 19 für die Sauerstoffkonzentration angeordnet.

Das Atemhilfsgerät 4 ist mit dem Patienten 2 über eine Tubuseinrichtung 6 verbunden. Die Tubuseinrichtung 6 umfaßt einen Tubus für das Einatmen und kann ferner mit einem weiteren Tubus 9 zum Ausatmen verbunden sein. Die Verwendung eines zusätzlichen Tubus 9 zum Ausatmen hängt im wesentlichen von der Art des verwendeten Atemhilfsgerätes 4 ab. Bei tragbaren Geräten für die Unfallmedizin und den Hausgebrauch wird üblicherweise nur ein Tubus zum Einatmen verwendet. Der Patient atmet durch ein Ventil direkt in die Umgebung aus. In dem Tubussystem 6 sind das Durchflußmeßgerät 8 und die Druckmeßeinrichtung 10 angeordnet, um den Gasvolumenstrom zu dem Patienten 2 und den Atemwegsdruck in dem Patienten 2 zu bestimmen. Die gemessenen Werte werden an die Steuerung 12 übertragen, die das Atemhilfsgerät 4 entsprechend den gemessenen Werten steuert.

Die Steuerung 12 steuert ferner das Steuerventil 7 zur Zugabe von Sauerstoff aus der Sauerstoffquelle 16 an den Patienten 2 über eine Gasleitung 18 und das Tubussystem 6.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, in dem der Volumenstrom und der Druck über 2 Atemzyklen dargestellt ist. Das Diagramm zeigt, wie das Gerät volumengesteuert arbeitet.

Zunächst wird dem Patienten ein erster Einatmungs-Volumenstrom 20A zugeführt. Der Volumenstrom 20A ist konstant. Nach einer kurzen Pause erfolgt eine erste Ausatmung 20B, die wiederum durch einen zweiten Einatmungsstrom 20C und ein weiteres Ausatmen 20D gefolgt wird.

Wie aus dem Druckdiagramm erkennbar ist, steigt der Druck P in den Atemwegen 22A, während dem Patienten Atemgas zugeführt wird. Während der Förderpause beginnt der Druck zu fallen und fällt weiter während des Ausatmens 22B. Der Druck fällt bis auf Atmosphärendruck oder ein erhöhtes Druckniveau ab, wenn eine Beatmung mit positiv-endexpiratorischem Druck (PEEP) erfolgt. Es kann jedoch auch eine Beatmung mit negativ-endexpiratorischem Druck (NEEP) verwendet werden. Entsprechend wiederholt sich der Vorgang während des zweiten Einatmens 22C und dem zweiten Ausatmen 22D.

Bei einem Patienten mit akuter respiratorischer Insuffizienz (ARDS) haben geschlossene Atemzyklen keine gleichförmigen Zeitkonstanten, d. h. unterschiedliche Charakteristika des Strömungswiderstandes und der Nachgiebigkeit. Wenn Sauerstoff direkt nach Beginn des Einatmens appliziert wird, sind vitale Teile der Lunge möglicherweise

noch nicht wirksam belüftet. Um die Zugabe von Sauerstoff in die Lungen unter Verwendung eines Minimums an Sauerstoff zu verbessern, wird die Zugabe von Sauerstoff verzögert, bis die Lungen ausreichend geöffnet sind, wie es durch die Druckkurve in 22A in Fig. 3 angezeigt wird. Wenn ein bestimmter Druck  $P_i$  im Verhältnis zu dem maximalen Druck erreicht ist, wird Sauerstoff zugegeben, wie es durch die schwarzen Balken 24 und 26 dargestellt ist.

Fig. 4 zeigt im wesentlichen das gleiche für eine druckgesteuerte Betriebsart. Ein erstes Einatmen 32A und ein zweites Einatmen 32C findet bei einem vorherbestimmten Druckniveau statt. Ein erstes und zweites Ausatmen 32B und 32C erfolgt bei einem positiv-endexpiratorischen Druck (PEEP). Der Druckimpuls 32A bedingt einen Einatmungsstrom 30A an den Patienten. Der Einatmungsstrom 30A ist am Beginn des Einatmens groß und nimmt dann ab, bis die Ausatmung 30B einsetzt. Entsprechend folgt ein zweites Einatmen 30C und Ausatmen 30D.

Bei dieser Betriebsart wird Sauerstoff erst zugegeben, wenn der Gasstrom einen vorbestimmten Prozentsatz  $\Phi_1$  des maximalen Gasstroms erreicht, was durch die schwarzen Balken 34 und 36 in Fig. 4 gekennzeichnet ist.

Die gemessenen maximalen Werte in einem Atemzyklus oder die berechneten Mittelwerte mehrerer vorhergehender Atemzyklen können als Referenzmaxima verwendet werden. Wenn der Gasstrom oder Druck den durch einen Arzt voreingestellten Prozentsatz des Referenzmaximums erreicht, wird Sauerstoff zugegeben. Ferner kann auch eine Kombination von Volumenstrom und Druck verwendet werden.

Anstelle der Verwendung bestimmter Volumenstrom- oder Druckwerte kann auch eine bestimmte Zeitverzögerung durch den Arzt eingegeben oder durch die Steuerung 12 berechnet werden. Wie aus den Fig. 3 und 4 zu erkennen ist, erfolgt die Zugabe von Sauerstoff nach einer gewissen Zeitverzögerung. Die Größe dieser Zeitverzögerung wird bestimmt durch den Zustand der Lunge und entspricht einem Zeitverhalten, das die beste Effizienz bei der Zugabe von Sauerstoff gewährleistet. Anhand der Messungen der Lunge kann ein Arzt eine bestimmte Zeitverzögerung nach Beginn des Einatmens für die Zugabe von Sauerstoff festlegen. Alternativ kann die Steuerung 12 programmiert sein, um die Zeitverzögerung anhand der Messungen des Volumenstromes und des Druckes zu berechnen. Beispielsweise kann die Steuerung einen Mittelwert für die Zeitverzögerung über eine Anzahl von Atemzyklen, wie sie in den Fig. 3 und 4 dargestellt sind, berechnen und dann die berechnete Zeitverzögerung verwenden. Für verhältnismäßig gesunde Patienten kann die Zeitverzögerung auch auf einen festen Wert ohne Anpassung an die individuelle Lungenkonstitution eingestellt sein, z. B. für Geräte, die in der Unfallmedizin verwendet werden.

Die gleiche Betriebsweise kann verwendet werden für andere Betriebsarten eines Atemhilfsgerätes oder eines Beatmungsgerätes, z. B. bei der Atemunterstützung. Ferner können auch durch medizinisches Personal manuell bediente Beatmungsgeräte entsprechend ausgestattet werden.

Eine weitere mögliche Steuergröße ist die Zeitdauer der Sauerstoffzugabe. Diese wird so gesteuert, daß sie lang genug ist, um Sauerstoff an die entsprechenden Teile der Lunge, d. h. Atemwege und Lungenbläschen, zu liefern, jedoch nicht so lang, daß Sauerstoff unverbraucht wieder ausgeatmet wird. Dies kann durch Messung der Sauerstoffkonzentration in der ausgeatmeten Luft erfolgen, z. B. mit der Meßeinrichtung für die Sauerstoffkonzentration 19 in Fig. 1, oder durch die Sauerstoffkonzentration des Blutes (nicht dargestellt).

Entsprechend hoch entwickelte Atemhilfsgeräte oder Be-

atmungsgeräte können entsprechend ausgestattet sein, andere Anordnungen sind jedoch möglich.

#### Patentansprüche

1. Gerät zur Bereitstellung eines Atemgases für den mobilen Einsatz mit wenigstens einer Atemgasquelle (4), einer Steuerung (12) für den Atemgasstrom und einer Gasfördereinrichtung (6) für den gesteuerten Atemgasstrom, wobei die Gasfördereinrichtung (6) mit wenigstens einer Sauerstoffquelle (16) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Atemgasquelle ein elektromotorisch angetriebenes Gebläse (4) umfaßt.
2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät im Betrieb an einem verbraucherseitigen Ende (7) der Gasfördereinrichtung (6) gegenüber dem Umgebungsdruck einen Staudruck von mehr als 400 Pa liefern kann.
3. Gerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Staudruck etwa 600 Pa beträgt.
4. Gerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät ferner eine Rückströmeinrichtung (9) und eine Ventileinrichtung (5) umfaßt, die mit der Steuerung (12) für den Atemgasstrom verbunden ist, wobei die Ventileinrichtung (5) in einer ersten Betriebsstellung den Querschnitt der Gasfördereinrichtung (6) in Richtung auf dessen verbraucherseitiges Ende (7) im wesentlichen freigibt und in einer zweiten Betriebsstellung den Querschnitt der Gasfördereinrichtung (6) überwiegend verschließt und/oder mit der Umgebung verbindet und wobei die Ventileinrichtung (5) in der ersten Betriebsstellung den Querschnitt der Rückströmeinrichtung (9) im wesentlichen verschließt und in der zweiten Betriebsstellung im wesentlichen freigibt.
5. Gerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückströmeinrichtung (9) in der Nähe des verbraucherseitigen Endes (7) der Gasfördereinrichtung (6) mit dieser verbunden ist.
6. Gerät nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät im Betrieb an dem verbraucherseitigen Ende (7) der Gasfördereinrichtung (6) einen Staudruck über dem Umgebungsdruck liefert, wenn sich die Ventileinrichtung (5) in der zweiten Betriebsstellung befindet.
7. Gerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Staudruck über dem Umgebungsdruck durch ein Druckregelventil (14) in der Rückströmeinrichtung (9) eingestellt wird, wenn sich die Ventileinrichtung (5) in der zweiten Betriebsstellung befindet.
8. Gerät nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Staudruck über dem Umgebungsdruck etwa 50–200 Pa beträgt, wenn sich die Ventileinrichtung (5) in der zweiten Betriebsstellung befindet.
9. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät ferner eine Dosiereinrichtung (17) zur Zumessung einer zu fördernden Sauerstoffmenge zu dem Atemgas umfaßt und die Steuerung (12) die Dosiereinrichtung (17) beeinflusst.
10. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens eine Meßeinrichtung (8, 10, 19) zur Bestimmung wenigstens eines Parameters des geförderten Gasstromes, wobei die wenigstens eine Meßeinrichtung (8, 10, 19) die Steuerung (12) beeinflusst.
11. Gerät zur Bereitstellung eines Atemgases mit wenigstens einer Atemgasquelle (4), einer Steuerung (12)

für den Atemgasstrom und einer Gasfördereinrichtung (6) für den gesteuerten Atemgasstrom, wobei die Gasfördereinrichtung (6) mit wenigstens einer Sauerstoffquelle (16) verbindbar ist, gekennzeichnet durch wenigstens eine Meßeinrichtung (8, 10, 19) zur Bestimmung wenigstens eines Parameters des geförderten Gasstromes, wobei die wenigstens eine Meßeinrichtung (8, 10, 19) die Steuerung (12) beeinflusst.

12. Gerät nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch wenigstens eine Meßeinrichtung (8, 10, 19) zur Bestimmung wenigstens eines Parameters des geförderten Gasstromes, wobei die wenigstens eine Meßeinrichtung (8, 10, 19) die Steuerung (12) zur Beeinflussung der Dosiereinrichtung (17) zur Zumessung des zu fördernden Sauerstoffes zu dem Atemgas beeinflusst.

13. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Meßeinrichtung eine Gasstrommeßeinrichtung (8) umfaßt.

14. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Meßeinrichtung eine Gasdruckmeßeinrichtung (10) umfaßt.

15. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Meßeinrichtung eine Einrichtung (19) zur Bestimmung einer Gaskonzentration in dem Gasstrom umfaßt.

16. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Meßeinrichtung eine Einrichtung (19) zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in dem Gasstrom umfaßt.

17. Verfahren zur Bereitstellung eines Atemgases für Lebewesen (2), gekennzeichnet durch Erfassen wenigstens eines Parameters des geförderten Gasstromes und Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff in Abhängigkeit von dem wenigstens einen erfaßten Parameter.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff nach Erfassen eines vorbestimmten Wertes für den wenigstens einen Parameter erfolgt.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Erfassen eines vorbestimmten Wertes für den wenigstens einen Parameter erfolgt.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Erfassen des Beginns einer Einatmungsphase erfolgt.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zumessung einer bestimmten Menge an Sauerstoff proportional zu einem Spitzenwert eines Atemgasstromes und/oder eines Atemgasdrucks in einem Atemzyklus erfolgt.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Spitzenwert des Atemgasstromes und/oder Atemgasdrucks bestimmt wird als Spitzenwert des Atemgasstromes und/oder Atemgasdrucks in einem vorhergehenden Atemzyklus.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Spitzenwert des Atemgasstromes und/oder Atemgasdrucks bestimmt wird als Mittelwert der Spitzenwerte des Atemgasstromes und/oder Atemgasdrucks einer bestimmten Anzahl vorhergehender Atemzyklen.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zumessung einer bestimmten Menge Sauerstoff zu dem Atemgas erfolgt in Abhängigkeit von einem erfaßten Wert der Sauerstoffkonzentration in dem ausgeatmeten Gas.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Sauerstoffabgabe der Sauerstoffquelle (16) bestimmt wird in Abhängigkeit von einem erfaßten Wert der Sauerstoffkonzentration in dem ausgeatmeten Gas.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Gerätes nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

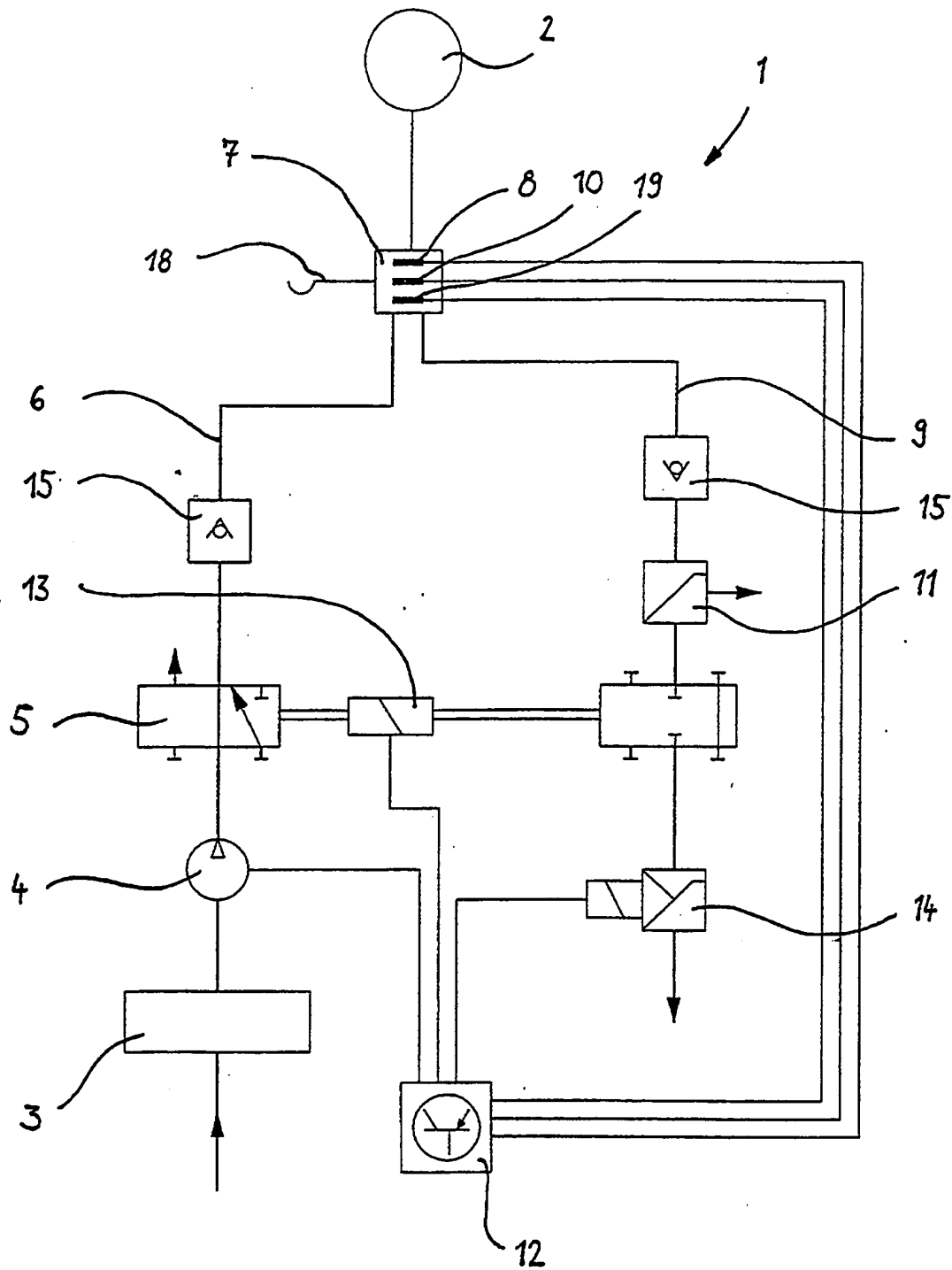


Fig. 1



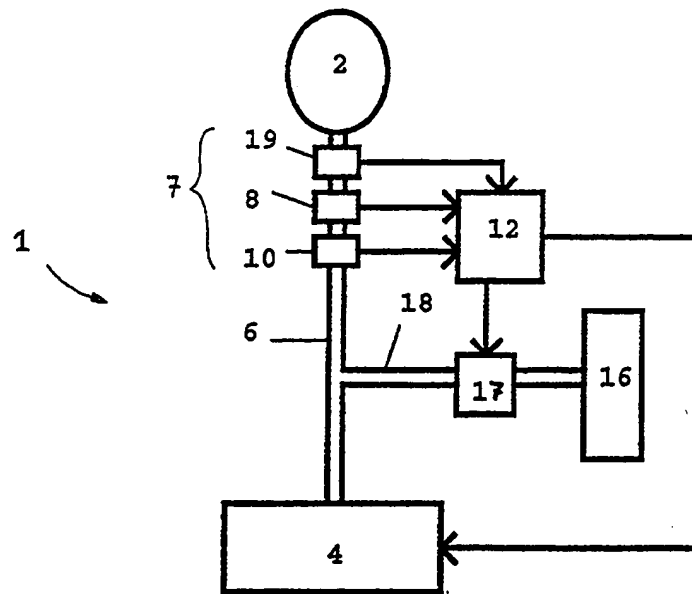


FIG. 2

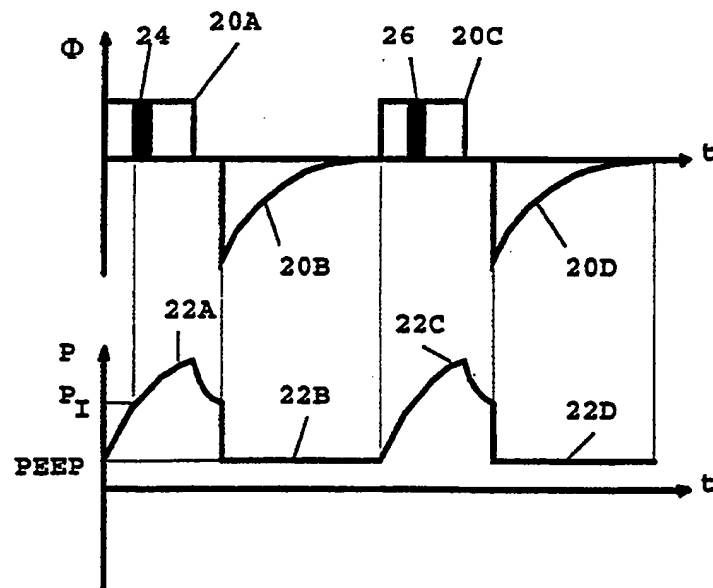


FIG. 3

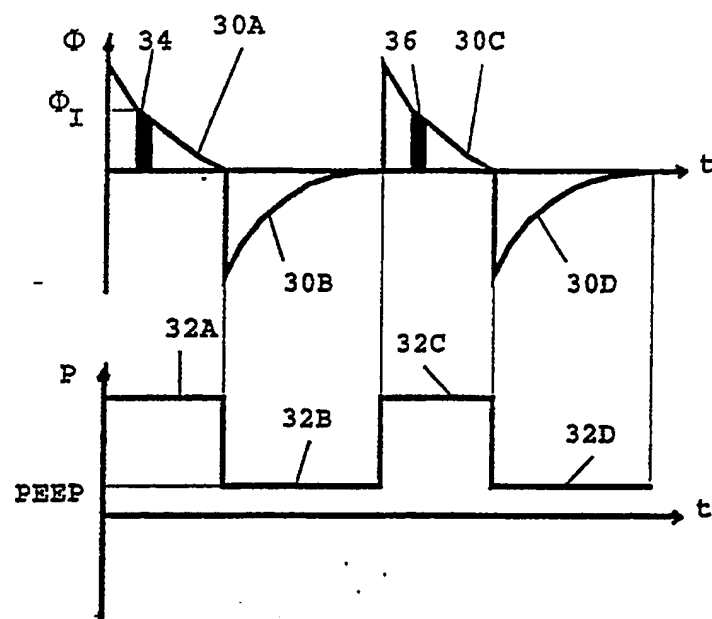


FIG. 4